

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転角速度に対応した信号を出力する振動子と、前記振動子の出力信号を検出するための検出回路とを含む振動ジャイロであって、

前記検出回路のゲインが、温度上昇とともに上昇するような正特性、または温度上昇とともに低下する負特性を有することを特徴とする、振動ジャイロ。

【請求項 2】 前記振動子の出力信号の温度特性に対応して、前記検出回路出力電圧値を設定した、請求項 1 に記載の振動ジャイロ。

【請求項 3】 前記検出回路の出力信号を基準値に近づけるためのオフセット調整回路を含む、請求項 1 または請求項 2 に記載の振動ジャイロ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は振動ジャイロに関し、特にたとえば、カーナビゲーションシステムやポインティングデバイスなどに用いられる振動ジャイロのように、低温度ドリフトが要求される振動ジャイロに関する。

【0002】

【従来の技術】図 1 は、この発明の背景となる振動ジャイロの一例を示す図解図である。振動ジャイロ 10 は、振動子 12 を含む。振動子 12 は、図 2 に示すように、正三角柱状の振動体 14 を含む。振動体 14 は、たとえばエリンバ、鉄-ニッケル合金、石英、ガラス、水晶、セラミックなど、一般的に機械的な振動を生じる材料で形成される。

【0003】振動体 14 の 3 つの側面には、それぞれ圧電素子 16 a, 16 b, 16 c が形成される。これらの圧電素子 16 a, 16 b, 16 c は、たとえば磁器からなる圧電層を含み、この圧電層の両面に電極が形成されたものである。そして、圧電素子 16 a, 16 b, 16 c の一方の電極が、振動体 14 の 3 つの側面に接着される。

【0004】圧電素子 16 a, 16 b には、それぞれ抵抗 18, 20 が接続される。そして、これらの抵抗 18, 20 と圧電素子 16 c との間に、発振回路 22 が接続される。そして、圧電素子 16 c からの出力信号が発振回路 22 に帰還され、ここで増幅および位相補正されて得られた駆動信号が圧電素子 16 a, 16 b に与えられる。この駆動信号によって、振動体 14 は、圧電素子 16 c 形成面に直交する向きに屈曲振動する。

【0005】2 つの圧電素子 16 a, 16 b は、検出回路 24 に接続される。検出回路 24 は差動回路 26 を含み、この差動回路 26 の入力端に圧電素子 16 a, 16 b が接続される。差動回路 26 の出力端は、同期検波回路 28 に接続される。同期検波回路 28 では、発振回路 22 の信号に同期して、差動回路 28 の出力信号が検波される。同期検波回路 28 は平滑回路 30 に接続され、

さらに平滑回路 30 は増幅回路 32 に接続される。

【0006】この振動ジャイロ 10 では、発振回路 22 によって、振動体 14 が圧電素子 16 c 形成面に直交する方向に屈曲振動する。このとき、圧電素子 16 a, 16 b の出力信号は同じであるため、差動回路 26 からは信号が出力されない。この状態で、振動体 14 の軸を中心として回転すると、コリオリ力によって振動体 14 の振動方向が変わる。それにより、圧電素子 16 a, 16 b 間に出力信号の差が生じ、差動回路 26 から信号が出力される。差動回路 26 の出力信号は同期検波回路 28 で検波され、さらに平滑回路 30 で平滑されたのち、増幅回路 32 で増幅される。差動回路 26 の出力信号は、振動体 14 の振動方向の変化に対応しているため、増幅回路 32 の出力信号を測定すれば、振動子 12 に加わった回転角速度を検出することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】振動子は 25℃付近で基準電圧となる信号を出力するように形成されているが、振動子の出力信号には温度ドリフトがあり、雰囲気温度によって、出力信号が変化する。このような温度ドリフトは、振動子の組み立て精度のばらつきによって生じ、一定の傾向をもつものではない。そのため、振動子の製造後に温度ドリフトを測定し、仕様別に選別をする必要がある。

【0008】それゆえに、この発明の主たる目的は、温度ドリフトの少ない振動ジャイロを提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明は、回転角速度に対応した信号を出力する振動子と、振動子の出力信号を検出するための検出回路とを含む振動ジャイロであって、検出回路のゲインが、温度上昇とともに上昇するような正特性、または温度上昇とともに低下する負特性を有することを特徴とする、振動ジャイロである。このような振動ジャイロにおいて、振動子の出力信号の温度特性に対応して、検出回路の出力電圧値が設定される。また、検出回路の出力信号を基準値に近づけるためのオフセット調整回路を含むものであることが好ましい。

【0010】検出回路のゲインが温度変化に対して正特性または負特性を有することにより、振動子の温度ドリフトが相殺され、温度変化によって出力信号の変化の少ない振動ジャイロを得ることができる。そのために、振動子の出力信号の温度特性に対応して、検出回路の出力電圧が設定される。さらに、振動ジャイロの出力信号の温度変化が少なくなっても、その出力信号が基準値から外れている場合、オフセット調整回路を用いることによって、基準値付近において出力信号の温度変化が少ない振動ジャイロを得ることができる。

【0011】この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の発明の実施

の形態の詳細な説明から一層明らかとなろう。

【0012】

【発明の実施の形態】この発明について、図1に示す振動ジャイロを用いて説明する。この振動ジャイロ10において、検出回路24のゲインとして、図3(a)に示すような温度特性を有するものを用いることができる。図3(a)に示す特性は、温度が上昇するにしたがってゲインが上昇する正特性をもっている。つまり、図3

(b)に示すように、温度が上昇するにしたがって、検出回路24の出力電圧と基準電圧 V_{ref} との差が大きくなっている。なお、図3では、出力電圧と基準電圧 V_{ref} との差であるオフセット電圧が正の特性と、オフセット電圧が負の特性とがあるが、これらは振動子12の出力信号の温度ドリフトに対応して選択される。

【0013】たとえば、図4に示すように、共振子12の温度ドリフトが、温度上昇にしたがって出力電圧が低下するような特性を有する場合、検出回路24として、オフセット電圧が正であって正特性の温度特性を有するゲインのものが用いられる。この場合、振動子12の温度ドリフトと検出回路22の温度ドリフトとが相殺され、図5に示すように、正のオフセット電圧を有し、温度変化に対してほぼフラットな特性の出力信号を得ることができる。

【0014】また、図6に示すように、共振子12の温度ドリフトが、温度上昇にしたがって出力電圧が上昇するような特性を有する場合、検出回路24として、オフセット電圧が負であって正特性の温度特性を有するゲインのものが用いられる。この場合、振動子12の温度ドリフトと検出回路22の温度ドリフトとが相殺され、図7に示すように、負のオフセット電圧を有し、温度変化に対してほぼフラットな特性の出力信号を得ることができる。

【0015】このようなゲイン特性を有する検出回路22を得るために、たとえば図8に示すような増幅回路を用いることができる。この増幅回路はオペアンプ34を含み、オペアンプ34の反転入力端子に抵抗 R_1 が接続され、非反転入力端子が抵抗 R_2 を介して基準電圧 V_{ref} に接続される。また、オペアンプ34の反転入力端子と出力端子との間に、負帰還用の抵抗 R_2 が接続される。この増幅回路は反転増幅回路として機能し、入力電圧と基準電圧 V_{ref} との差 V_o を増幅した出力電圧 V_{out} を得る回路である。ここで、出力電圧と基準電圧の差を V_{out} とすると、 V_{out} と V_o との関係は次式で表される。

$$V_{out} = \{ (R_2 + \Delta R_2) / (R_1 + \Delta R_1) \} \times V_o$$

ここで、 ΔR_1 および ΔR_2 は、それぞれ抵抗 R_1 および R_2 の温度特性を示す。つまり、抵抗 R_1 および R_2 の温度特性を適当に選択することにより、増幅回路の出力の温度特性を調整することができる。また、 V_{out} の

傾斜は、回路ゲインの大きさによって変化するが、オフセット電圧によっても変化するため、出力信号に温度ドリフトをもつ振動子12に対して、その温度ドリフトを最小にするようなオフセット電圧を選択することができる。

【0016】また、検出回路24のゲインとして、図9(a)に示すような温度特性を有するものを用いることもできる。図9(a)に示す特性は、温度が上昇するにしたがってゲインが低下する負特性をもっている。つまり、図9(b)に示すように、温度が上昇するにしたがって、検出回路24の出力電圧と基準電圧との差が小さくなっている。なお、図9(b)においても、オフセット電圧が正の特性と、オフセット電圧が負の特性とがあるが、これらは振動子12の出力信号の温度ドリフトに対応して選択される。

【0017】たとえば、図10に示すように、振動子12の温度ドリフトが、温度上昇にしたがって出力電圧が低下するような特性を有する場合、検出回路24として、オフセット電圧が負であって負特性の温度特性を有するゲインのものが用いられる。この場合、振動子12の温度ドリフトと検出回路22の温度ドリフトとが相殺され、図11に示すように、負のオフセット電圧を有し、温度変化に対してほぼフラットな特性の出力信号を得ることができる。

【0018】また、図12に示すように、振動子12の温度ドリフトが、温度上昇にしたがって出力電圧が上昇するような特性を有する場合、検出回路24として、オフセット電圧が正であって負特性の温度特性を有するゲインのものが用いられる。この場合、振動子12の温度ドリフトと検出回路22の温度ドリフトとが相殺され、図13に示すように、正のオフセット電圧を有し、温度変化に対してほぼフラットな特性の出力信号を得ることができる。なお、これらの場合においても、出力信号に温度ドリフトをもつ振動子12に対して、その温度ドリフトを最小にするようなオフセット電圧を選択することができる。

【0019】なお、検出回路24のゲインに温度特性をもたせることにより、振動子12の出力信号の温度ドリフトを相殺してフラットな特性を得たとしても、図5、図7、図11、図13からわかるように、その出力信号にはオフセット電圧が存在する。この場合、振動ジャイロを機器に組み込むときに、ジャイロ出力処理回路やソフトウェアのアルゴリズム上、不具合が発生する可能性がある。そこで、図14に示すように、増幅回路の後にオフセット調整回路36を設けることが好ましい。このオフセット調整回路36によって、図15や図16に示すように、フラットな特性となった出力信号のオフセット電圧をほぼ0にする、つまり基準電圧にほぼ一致させることができ、上述のような不具合を解消することができる。

【0020】上述のような、ゲイン特性を有する検出回路24とオフセット調整回路36を用いた実験例について、図17～図20に、温度に対する出力電圧のグラフを示す。図17～図20において、菱形を結ぶ線は振動子12の出力電圧を示し、四角形を結ぶ線はゲインに温度特性を有する増幅回路を用い、温度ドリフトを補正した場合の出力電圧を示し、三角形を結ぶ線は、さらにそれをオフセット調整回路36を用いてオフセット調整したときの出力電圧を示す。

【0021】図17～図20からわかるように、振動子12の出力電圧が増幅回路によってフラットな特性となり、さらにオフセット調整回路を用いることにより、基準電圧である2.5Vの付近においてフラットな特性を有する出力とすることができ、なお、この実験例では、オフセット調整回路部に反転アンプを用いたため、増幅回路の出力波形とオフセット調整回路の出力波形とは、互いに反転した形となっている。

【0022】このように、検出回路24のゲインに温度特性をもたせることにより、振動子12の出力信号の温度ドリフトが相殺され、フラットな波形とすることができ、したがって、雰囲気温度の変化によって、振動ジャイロ10の出力変化があまり変動せず、正確に回転角速度を検出することができる。さらに、オフセット調整回路36を付加することにより、振動ジャイロ10の出力信号を基準電圧付近で検出することができ、振動ジャイロ10を使用する際に、周辺回路やソフトウェア上の不具合を解消することができる。

【0023】なお、検出回路24のゲインに温度特性をもたせるために、図8に示すような回路に限らず、ダイオードなどの温度特性を有する素子を用いることも可能であり、その方法は限定されない。また、振動子12としては、図2に示すような正三角柱状のものに限らず、4角柱状や円柱状のような他の柱状のものを用いてもよいし、音叉型のものを用いてもよく、出力信号に温度ドリフトをもつ振動子に適用することができる。

【0024】

【発明の効果】この発明によれば、振動子の出力信号の温度ドリフトを解消して、雰囲気温度の変化によっても出力信号の変動の少ない振動ジャイロを得ることができる。したがって、雰囲気温度の変化にかかわらず、正確に回転角速度を検出することができる。さらに、オフセット調整回路を用いることによって、機器の中への振動ジャイロの組み込みを容易にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の背景となる振動ジャイロの一例を示す図解図である。

【図2】図1に示す振動ジャイロに用いられる振動子を示す斜視図である。

【図3】(a)はこの発明に用いられる検出回路のゲインの温度特性の一例として正特性のゲインを示す特性図

であり、(b)は図3(a)の回路ゲインをもつ検出回路のオフセット電圧とその温度ドリフトの関係を示す図である。

【図4】温度上昇にしたがって出力電圧が低下する振動子に正特性のゲインを有する検出回路を適用したときの例を示す特性図である。

【図5】図4に示す場合における検出回路の出力を示す特性図である。

【図6】温度上昇にしたがって出力電圧が上昇する振動子に正特性のゲインを有する検出回路を適用したときの例を示す特性図である。

【図7】図6に示す場合における検出回路の出力を示す特性図である。

【図8】検出回路のゲインに温度特性をもたせるために用いられる増幅回路の一例を示す回路図である。

【図9】(a)はこの発明に用いられる検出回路のゲインの温度特性の他の例として負特性のゲインを示す特性図であり、(b)は図9(a)の回路ゲインをもつ検出回路のオフセット電圧とその温度ドリフトの関係を示す図である。

【図10】温度上昇にしたがって出力電圧が低下する振動子に負特性のゲインを有する検出回路を適用したときの例を示す特性図である。

【図11】図10に示す場合における検出回路の出力を示す特性図である。

【図12】温度上昇にしたがって出力電圧が上昇する振動子に負特性のゲインを有する検出回路を適用したときの例を示す特性図である。

【図13】図12に示す場合における検出回路の出力を示す特性図である。

【図14】図8に示す増幅回路にオフセット調整回路を接続した例を示す回路図である。

【図15】増幅回路の出力電圧に正のオフセット電圧があるときにオフセット調整回路を適用した例を示す特性図である。

【図16】増幅回路の出力電圧に負のオフセット電圧があるときにオフセット調整回路を適用した例を示す特性図である。

【図17】振動子、増幅回路、オフセット調整回路の出力を測定した実験例を示すグラフである。

【図18】振動子、増幅回路、オフセット調整回路の出力を測定した他の実験例を示すグラフである。

【図19】振動子、増幅回路、オフセット調整回路の出力を測定したさらに他の実験例を示すグラフである。

【図20】振動子、増幅回路、オフセット調整回路の出力を測定した別の実験例を示すグラフである。

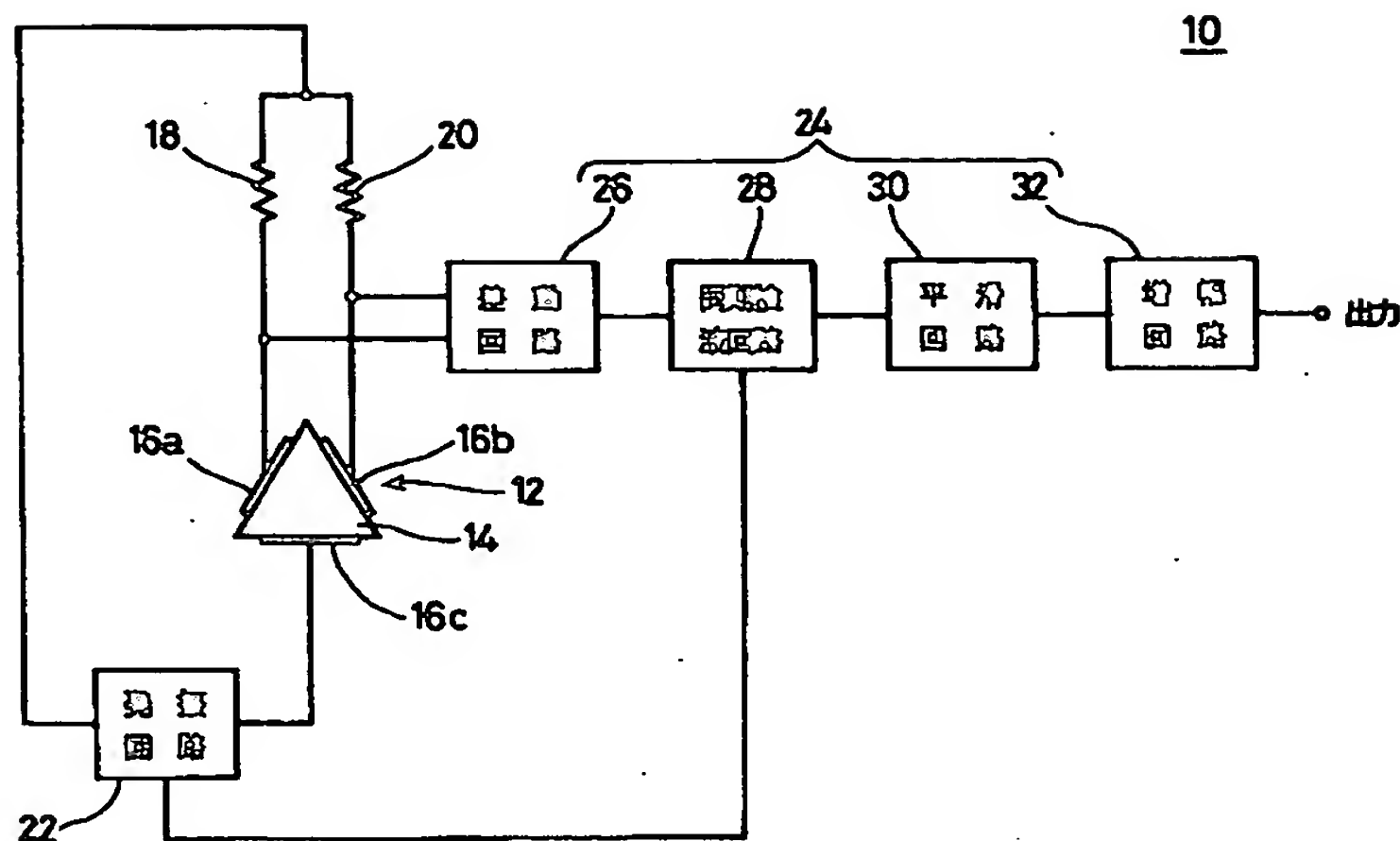
【符号の説明】

10 振動ジャイロ
12 振動子
14 振動体

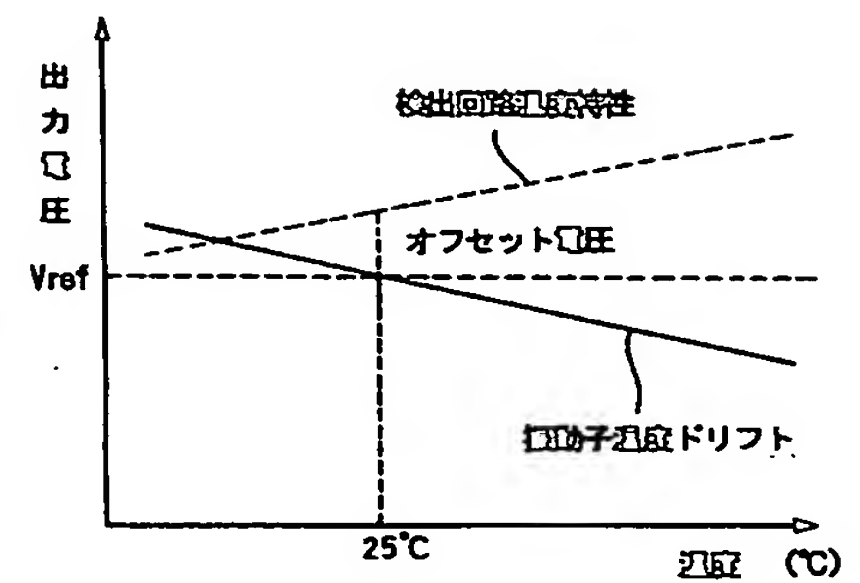
7
16a, 16b, 16c 圧電素子
22 発振回路
24 検出回路
26 差動回路
28 同期検波回路

30 平滑回路
32 増幅回路
34 オペアンプ
36 オフセット調整回路

【図1】

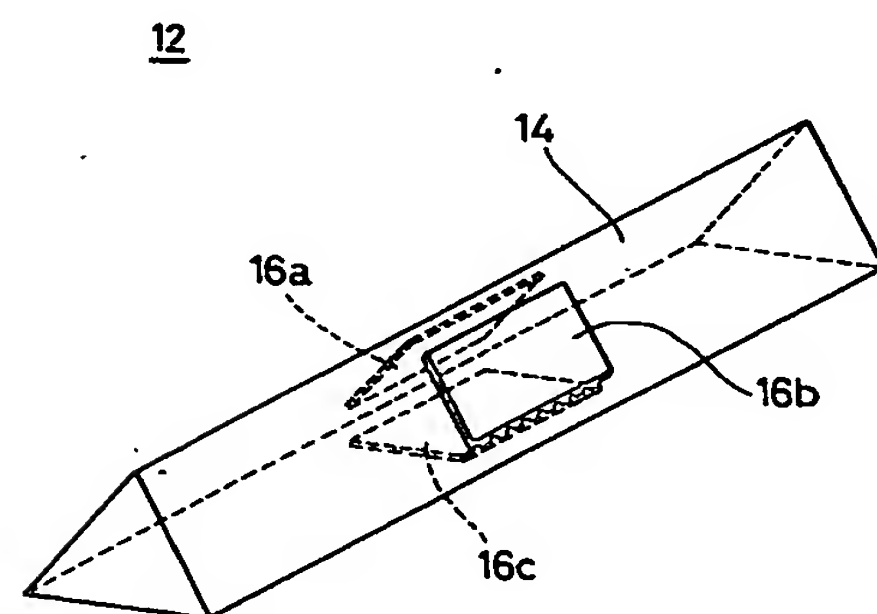


【図4】

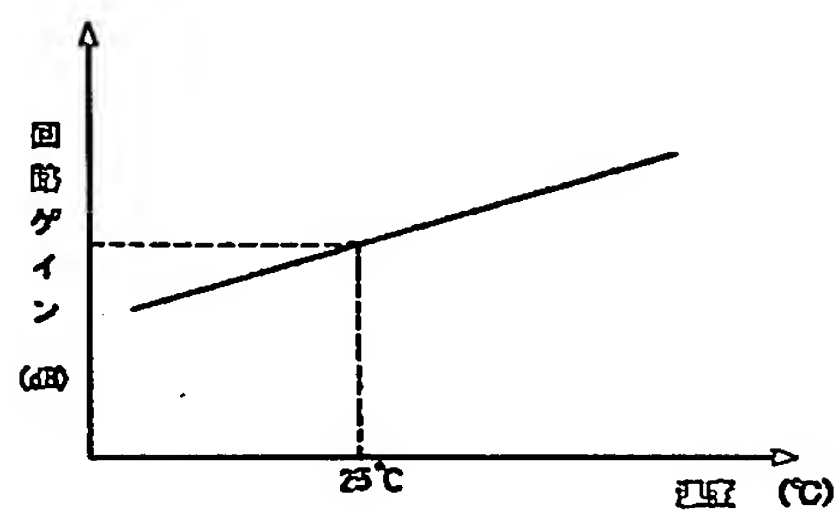


【図2】

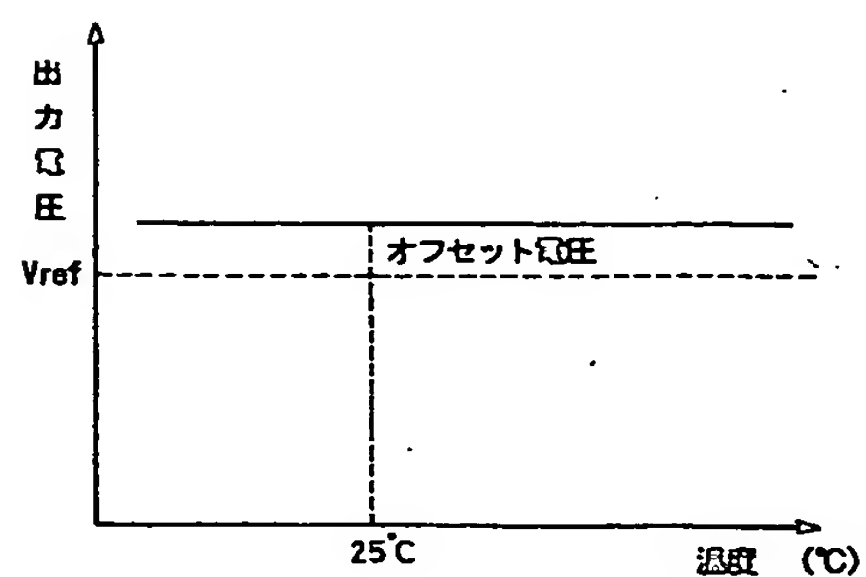
【図3】



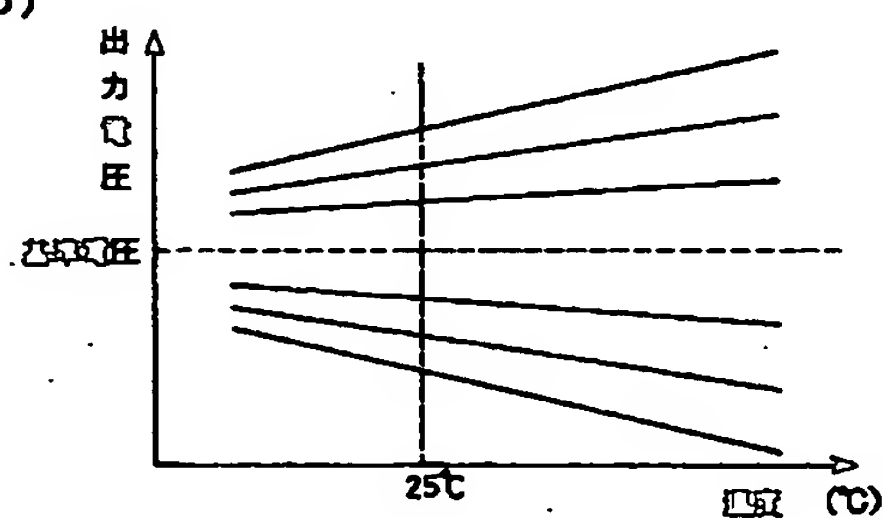
(a)



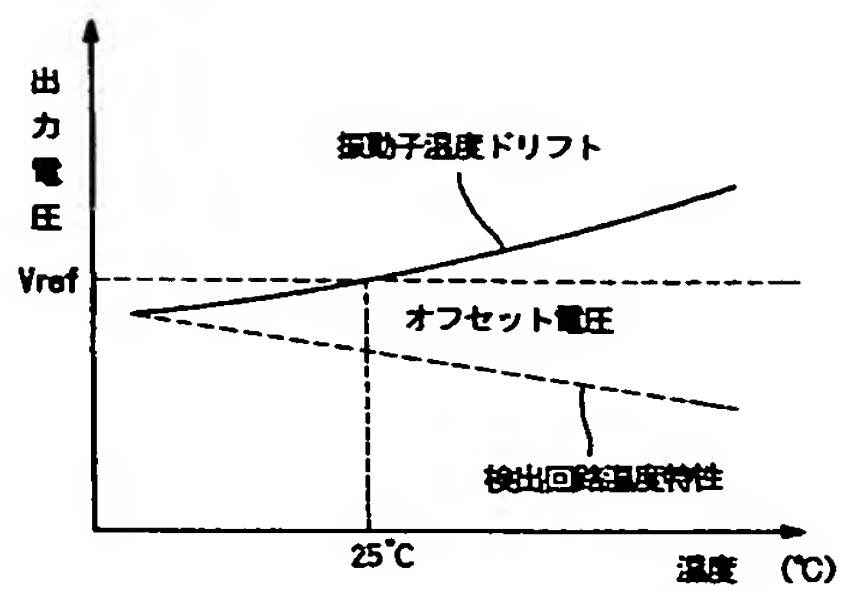
【図5】



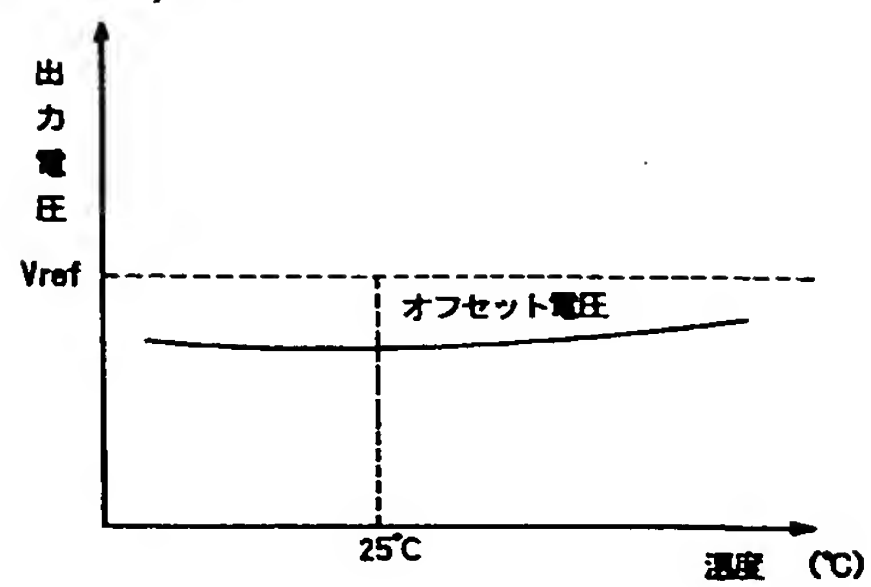
(b)



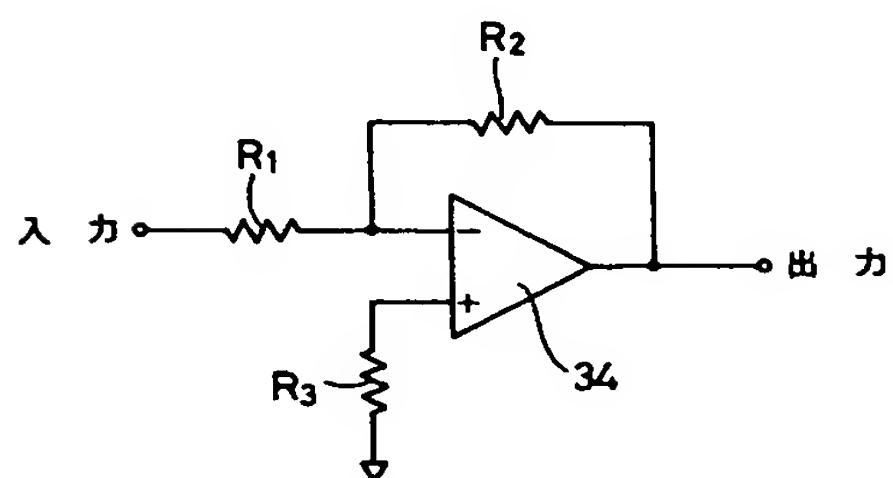
【図6】



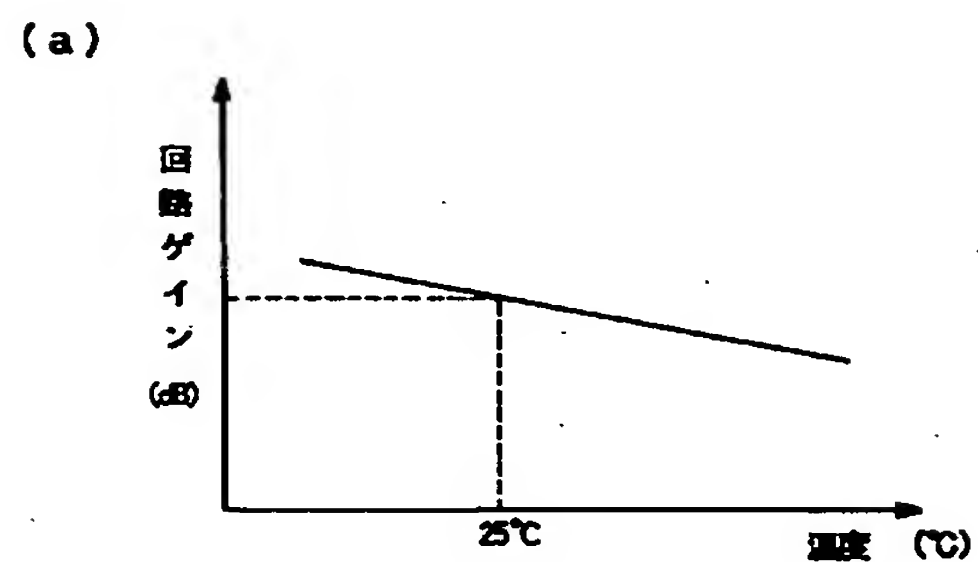
【図7】



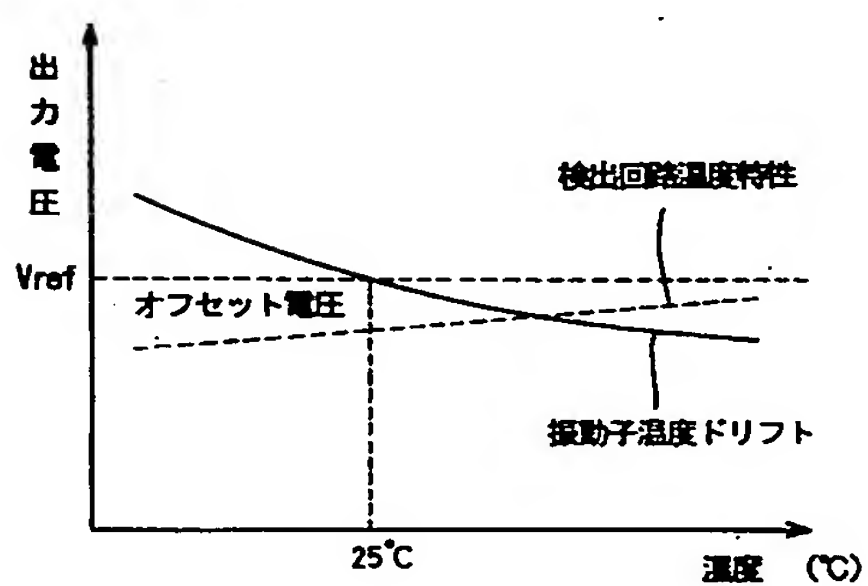
【図8】



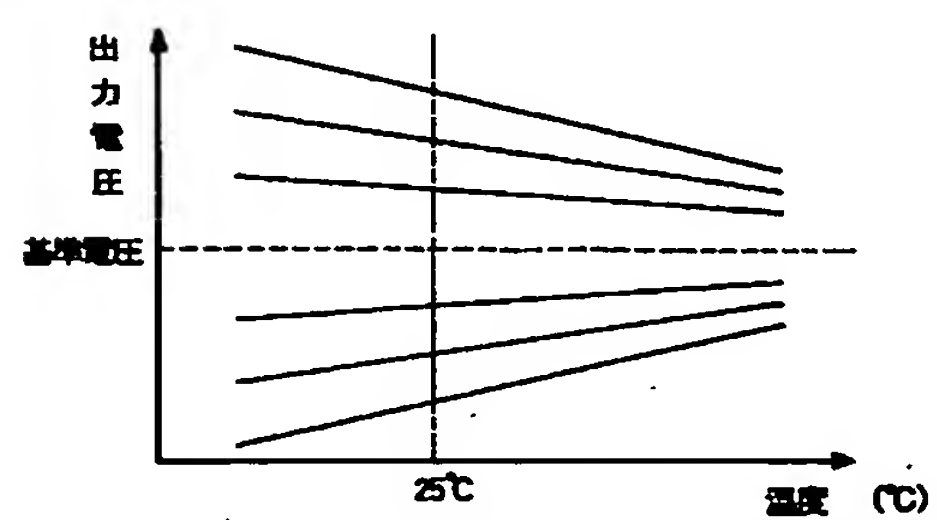
【図9】



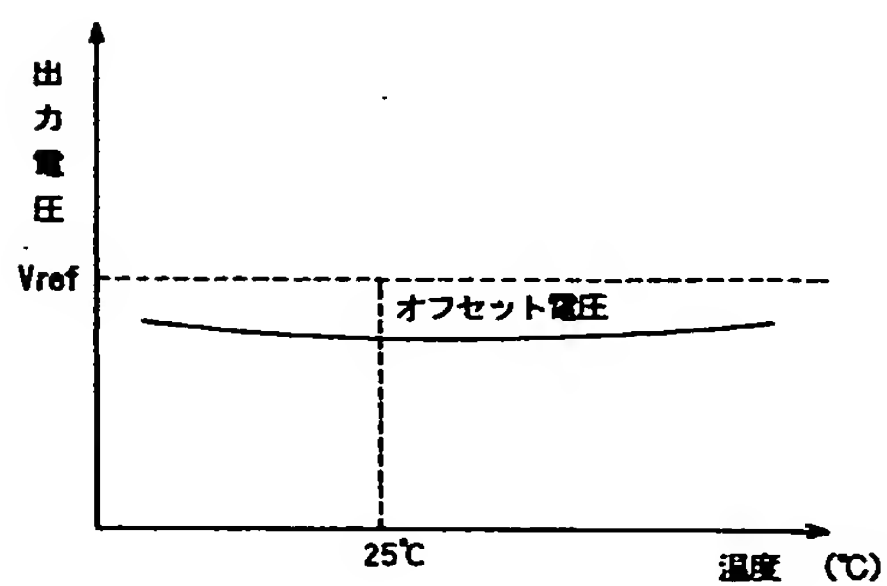
【図10】



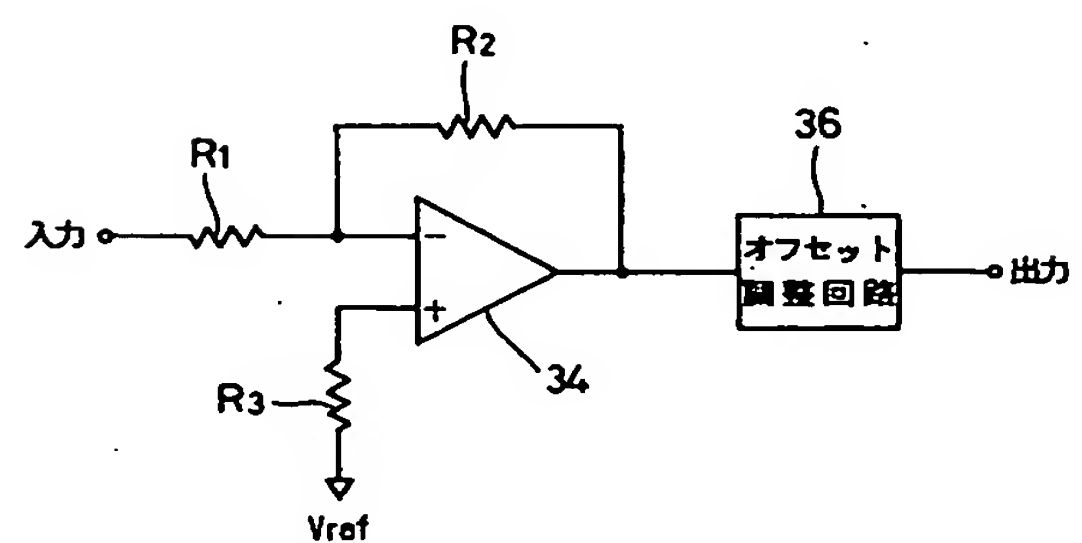
(b)



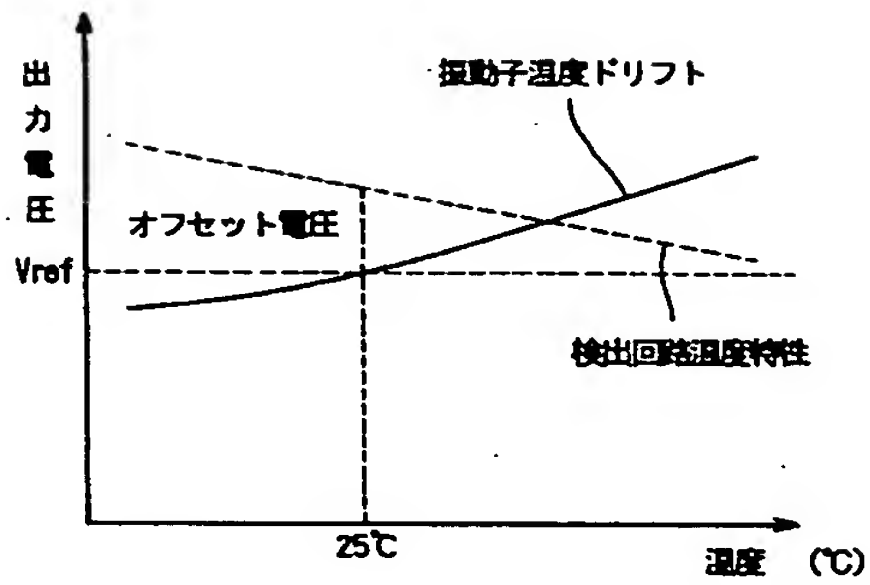
【図11】



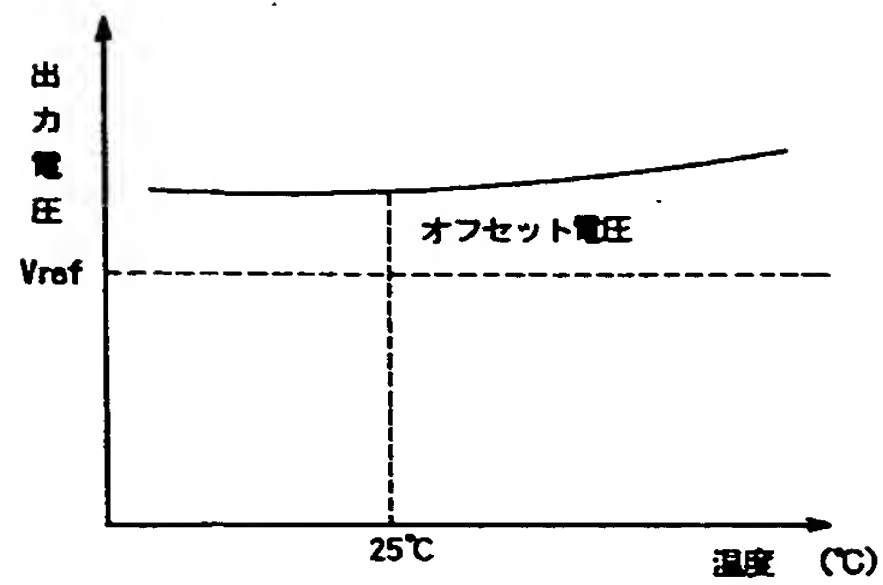
【図14】



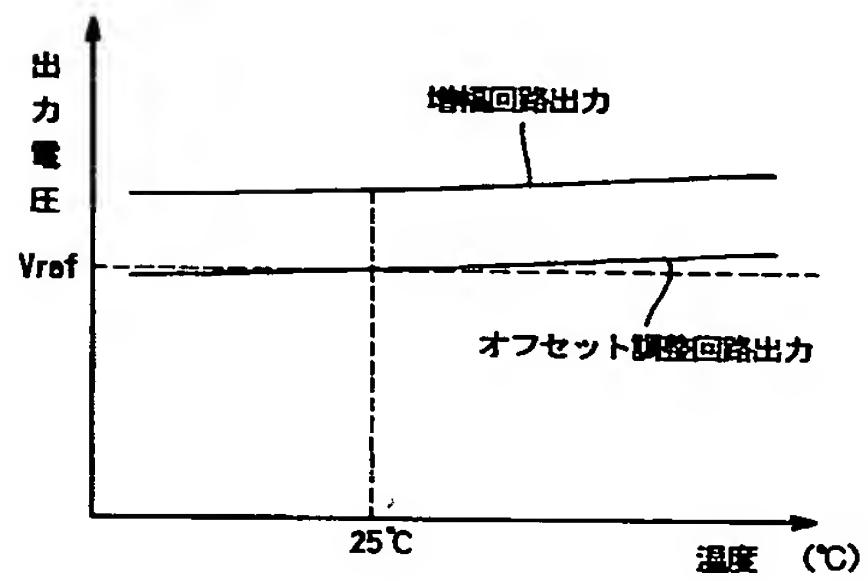
【図12】



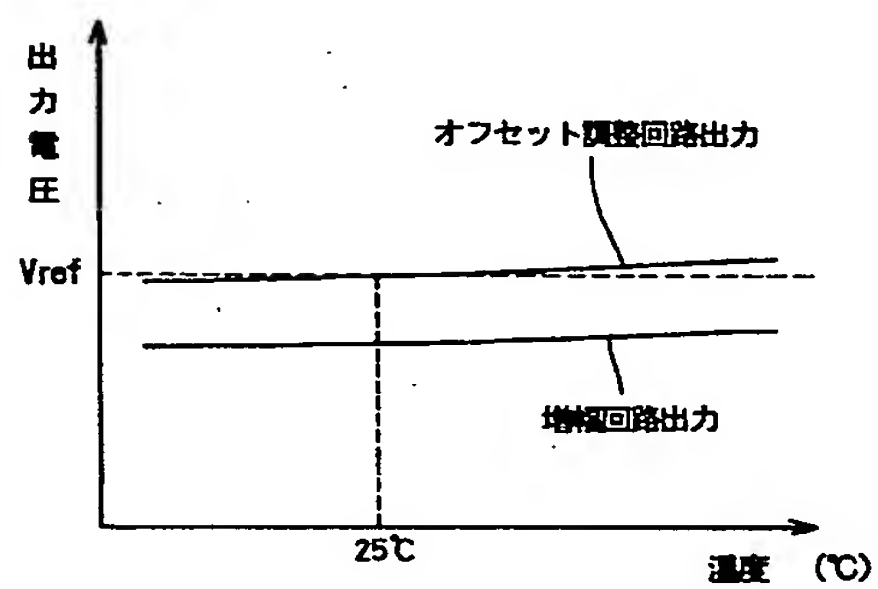
【図13】



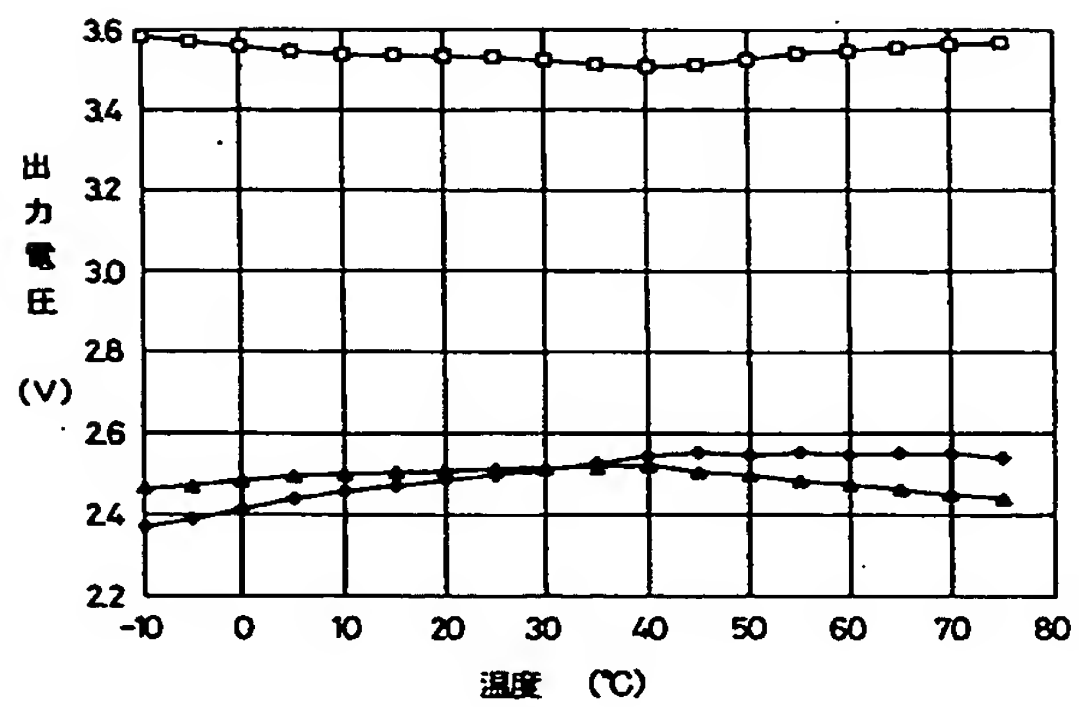
【図15】



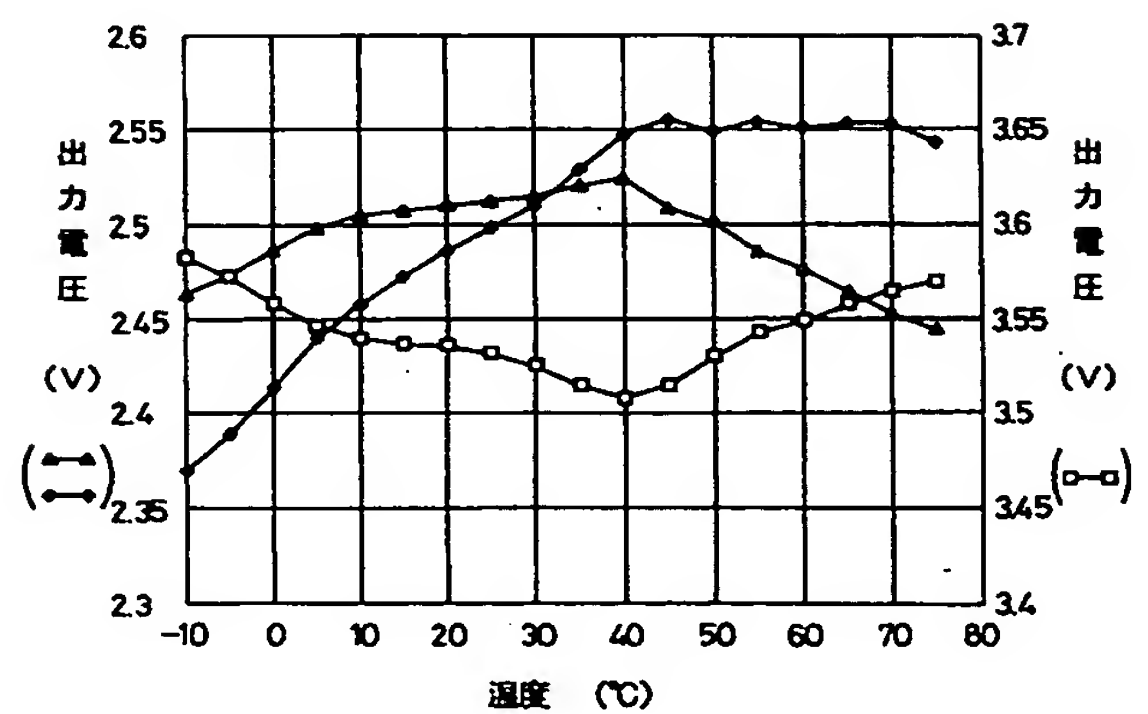
【図16】



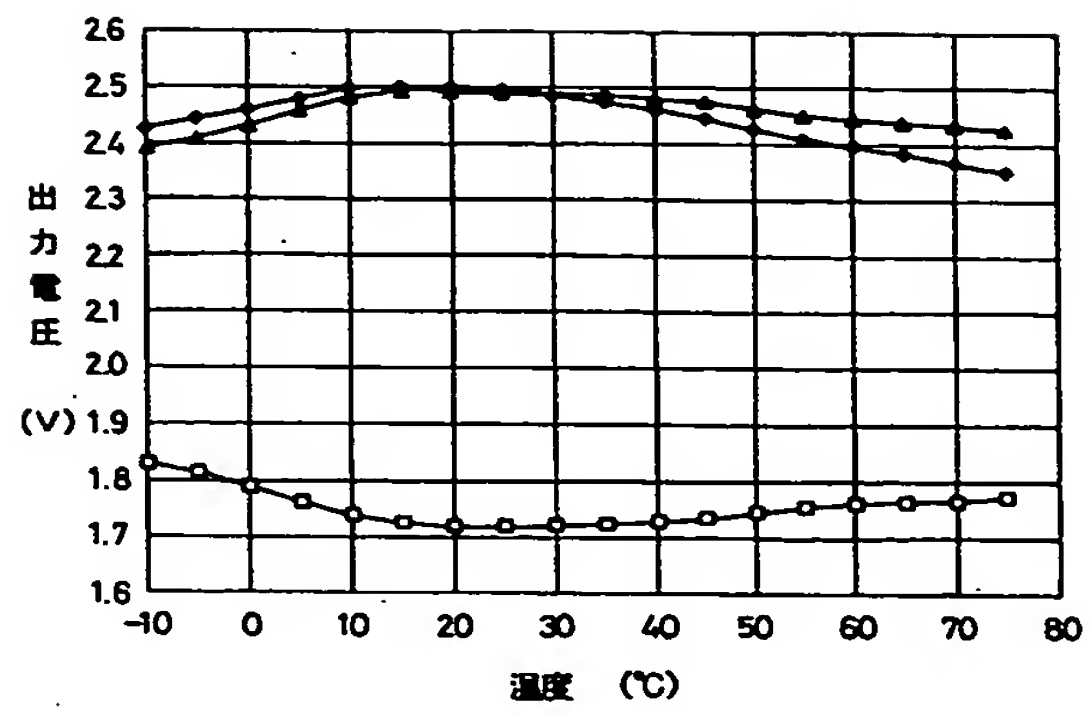
【図17】



【図18】



【図19】



【図20】

